457形
ファンクション・ジェネレータ
取　扱　説　明　書

菊水電子工業株式会社

― 保証 ―

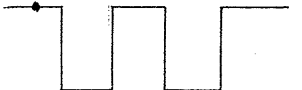
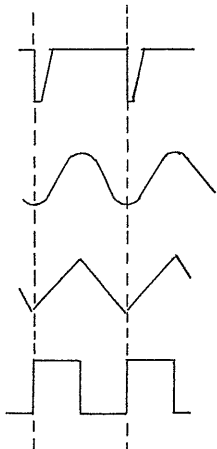
この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

1. 概　　説

菊水電子457形ファンクション・ジェネレータは，0.01Hz ～ 1MHzまでの正弦波，三角波および方形波を10進法8レンジに分割して発生する関数発振器で回路はすべて半導体を採用し小形軽量に設計されています。

発振周波数の可変は従来の発振器と同様にダイアルによる方法のほかに，外部から電圧によって周波数を制御させることが可能で，レンジ内1000：1の可変範囲を持つ VCG端子を持っております。

又，出力電圧の振幅の可変も同様，内部に持つ 0～－60dBのアッテネータによる方法の他に，外部より電圧の制御によって振幅を可変させることができるVCA(VOLTAGE CONTROL AMPLITUDE)端子を備えております。

発振出力は原理上，波形およびレンジの切換により，ほとんどトランジェントを発生することなく，ただちに新たに与えられた波形で発振を開始します。
又，パネル面にあるスタートスイッチにより，任意に発振の開始をさせることができます。

本器は，一般の発振器として使用できる以外に，電圧制御発振器（VCG）．VCG端子を利用し，鋸歯状波又は三角波等を加えることにより，1000倍の可変範囲を持つ電子掃引方式のスイープジェネレータとしても利用できますので，帰還増幅器の周波数特性測定，自動制御関係のサーボ装置の試験，アナログコンピュータの関数発生振動励振器の信号源およびAM信号発生器として利用でき，音響機器などの各種試験測定にきわめて広範囲に応用することができます。

VCG端子，VCA端子は回路上独立しておりますので，同時にFM変調，AM変調がかけられます。

2. 仕　　　様

発振周波数	0.01Hz ～ 1MHz
レンジ(VCG)	×0.01　×0.1　×1(0.01～10Hz)　×10(0.1～100Hz) ×100(1Hz～1kHz)　×1k(10Hz～10kHz)　×10k(100Hz～100kHz) ×100k(1KHz～1MHz)
ダイアル目盛	等間隔　0.5 ～ 10
確　　度	±(2%+ダイアル目盛の±0.05)
周波数安定度	電源電圧の±10%変動に対して　± 0.5 %以下
出力波形	正弦波(∿)　三角波(⋁)　方形波(⊓)
最大出力開放電圧	20Vp-p 以上
周波数特性	1kHzに対して　0.01Hz ～ 300kHz　−0.5dB 〃　～ 1MHz　−1.5dB
歪　率(正弦波)	20Hz ～ 20kHz　＊1.5%以下 20kHz ～ 500kHz　＊ 2 %以下
出力インピーダンス	50Ω
アッテネータ	10dBステップ　0～−60dB −10dB以上 連続可変可能
振幅安定度	電源電圧の± 10%変動に対して　±0.5%以下
電圧相互偏差	1kHzにおいて　5%以下

VCG

制御可能周波数範囲	0.01Hz ～ 1MHz
入力周波数範囲	DC ～ 10kHz
周波数可変範囲	1レンジ内で　1000倍以上
制御電圧	約+10mV ～ +10V
入力インピーダンス	不平衡　約 10kΩ

＊VCA NULLのツマミが(+)方向最大にある時

VCA

制御可能周波数範囲	0.01Hz ～ 1MHz
入力周波数範囲	DC ～ 100kHz
可変範囲	1kHzにおいて　約0～−40dB
入力インピーダンス	約600Ω ～ 2kΩ
同期出力	−5Vpeak以上
パルス巾	0.4μsec以下
スタート・ストップ	可能
電源	100V　50／60Hz　約21.5VA
寸法	200(W) × 140(H) × 380(D)mm
最大部	200(W) × 160(H) × 425(D)mm
重量	約 6.6Kg
付属品	取扱説明書　1

3. 使　用　法

3.1 パネル面の説明（第3－1図を参照して下さい）

① POWER　　プッシュ式の電源スイッチで押してロックされた状態で電源が入り，ネオンランプが照明され動作します。

② FUNCTION　　出力波形の切換ツマミで正弦波，三角波，方形波を取り出せます。
切換と同時に新たに切換えた波形を利用でき，波形により出力電圧はほとんど変化しません。
各出力波形の時間的相互関係は正弦波，三角波が同相で方形波が90°遅れます。

③ FREQUENCY（VCG OFFSET）　　パネル中央にある周波数連続可変用のツマミで時計回転で周波数が増加します。
又，VCGによる発振の際は，ダイアル目盛がオフセットの電圧（周波数）を示し，単位はボルトとなります。
OFFSETをかけないで使用する際はダイアル板を左方向最大にまわし機械点「0」の位置にしますと回路は切離されます。

④ FINE CAL'D　　このツマミは周波数の微調整を行なう時使用するもので，約10％の可変範囲があり，時計回転で周波数が増加しCAL'Dの位置でダイアル目盛が校正してあります。

⑤ RANGE　　周波数レンジの切換スイッチで0.01Hz………100kHz をダイアル数字に乗じた値が出力波形の周波数となります。
出力電圧は周波数と無関係にほぼ一定で切換えと同時に新たに設定した出力を利用することができます。

⑥ OUTPUT ATTEN　出力電圧の減衰器で０～１０dBステップに最大−６０dBまで可変ができ，１０dB以上の連続可変用のツマミにより０～−６０dBまで任意に減衰させることができます。

⑦ OUTPUT　BNC形レセプタクルの出力端子で，ここから正弦波，三角波，方形波の0.01Hz～1MHzまでの発振出力が得られます。
出力インピーダンスは５０Ωです。

⑧ スタート　プッシュスイッチのボタンを押した状態で発振が開始し，再度押しロックがはずれた状態で発振が停止します。
発振開始時のスタートレベルとスロープは

注．この位相はVCA NULLのツマミが(+)方向にある時で，(−)方向にある時は位相が１８０°ずれます。

⑨ VCG INPUT　発振周波数を外部で制御するときに用いる入力端子で+10mV～+１０Vの電圧によって，１レンジ内１０００倍の周波数を可変できます。
VCGとして発振させる以外の時に，端子に信号が入ったり，ケーブルがつながれていたりすると，誘導したりFM変調がかかったりすることがありますので注意下さい。

⑩ VCA INPUT　出力電圧を外部で制御するときに用いる入力端子で，DCおよびACの入力により制御されます。

⑪　VCA NULL　　AM変調器として利用する場合必要なツマミで，常時は＋か一方向最大にまわしておきます。＋と一では，位相が180°反転し，中央の位置で出力電圧は零となります。
AM変調をかける場合 VCA GAIN との関係がありますが，このツマミを可変することにより，無変調から100％変調および平衡変調まで調整することができます。
平衡変調の場合のツマミ位置はほぼ中央となります。
注．VCA端子を使用しない時は若干(−)方向最大にまわした状態で波形が悪くなりますので，(+)方向最大にて使用下さい。

⑫　VCA GAIN　　変調信号のゲイン調整で右回転方向で出力振幅が増加します。

3.2　背面パネルの説明（第3－2図を参照して下さい）

⑬　同期出力端子　　BNC形レセプタクルによる出力端子で，正弦波，三角波は負の最大点，方形波は立上り点に同期した－5Vpeak の出力電圧を取りだせます。

同期パルス

注．この位相はVCA NULLのツマミが(+)方向にある時で(−)にある時は180°ずれます。

⑭　FUSE　　AC電源に利用しているフューズホルダです。

⑮　電源コード　　AC 100V　　50/60Hz に接続します。

S－721712

MODEL 457 FUNCTION GENERATOR
POWER
FREQUENCY
(VCG OFFSET)
FUNCTION
VCA NULL
VCA GAIN
MAX
OUTPUT ATTEN
dB
-60 -50 -40 -30 -20 -10 0
RANGE Hz
0.01 0.1 1 10 100 1K 10K 100K
CALD
FINE
START
VCA INPUT
VCG INPUT
50Ω
SYNC OUTPUT
①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮

第３－１図

第３－２図

4. 動　作　原　理

4.1 基本動作

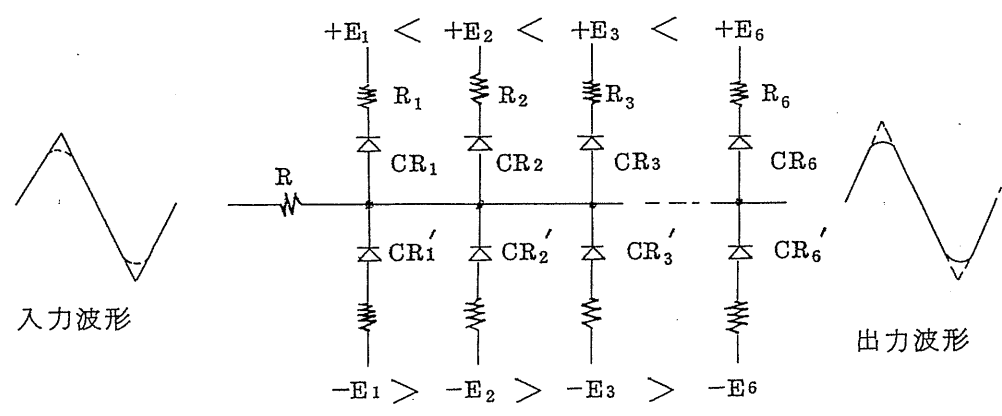
第4－1図はファンクション・ジェネレータの基本的なブロックダイアグラムを示したもので，構成はフリップ・フロップ，積分器，電圧比較器および正弦波合成器から成っています。

電源を入れた初期の状態においてフリップ・フロップのａ点における電位が－Ｅにあり，コンデンサＣの電荷が零であったとすると，積分出力電圧ｂ点は正の傾きをもって上昇していきます。上昇した値が設定されている$+E_R$に達すると，電圧比較器よりトリガ信号が発生してフリップ・フロップを反転させ，フリップ・フロップのａ点は＋Ｅに変わります。

次に積分器の出力点ｂは$+E_R$から降下していき，$-E_R$に達する電圧比較器が動作してフリップ・フロップを再びもとの状態にもどします。
これら一連の動作が順次行なわれ発振が継続します。

発振周波数はａ点の電圧E_R。R_1の設定値R_2　Ｃの値で決定されますが，一般にはR_2またはＣで発振器のレンジを決め，R_1のポテンショメータで連続的に周波数を変化させます。
方形波出力はフリップ・フロップより，三角波は積分器の出力よりそれぞれもらいます。

第４－１図

正弦波は積分器より得られる三角波を用いて合成します。

第４－２図

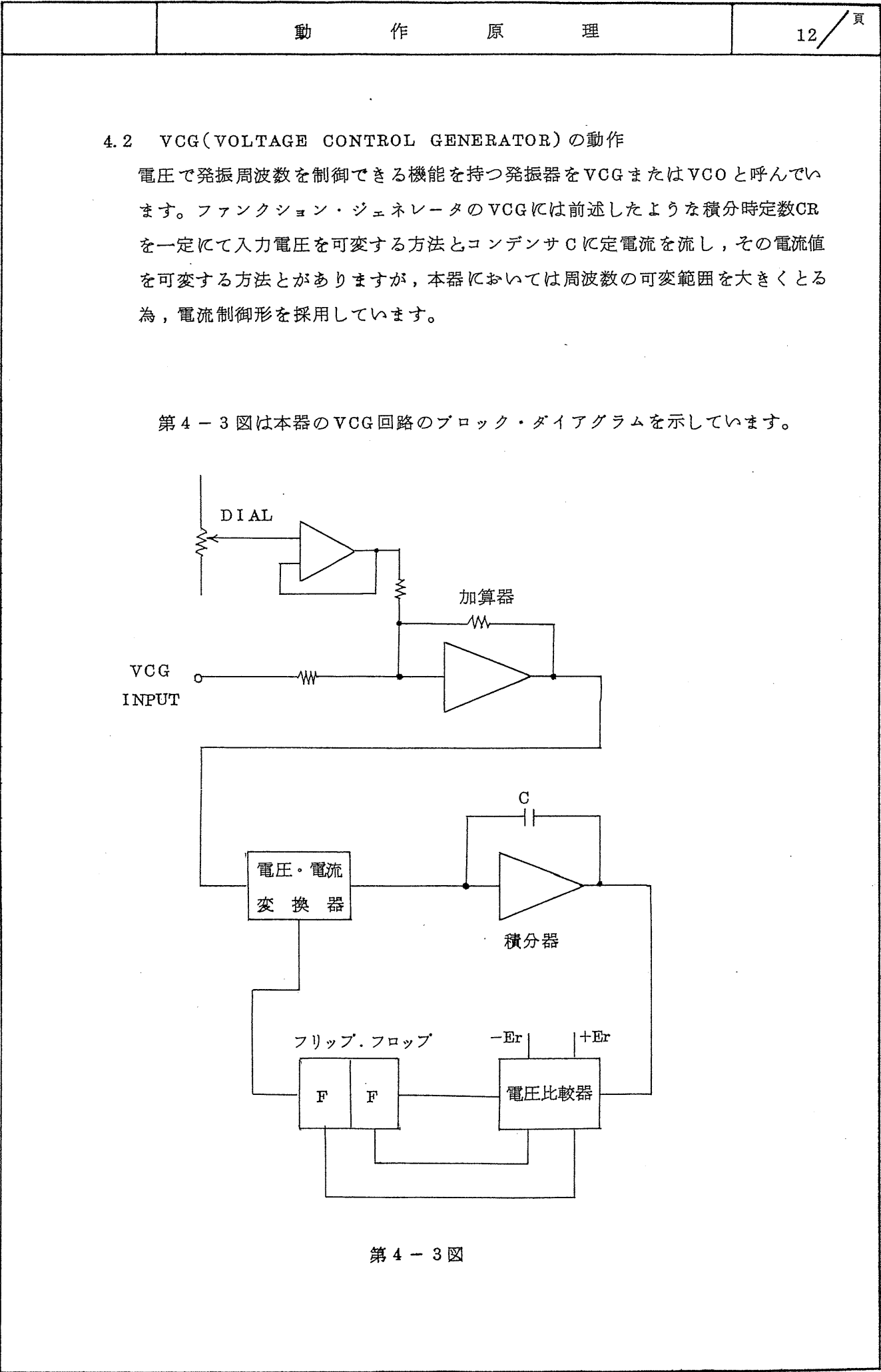
第４－２図はその原理でダイオードCR_1 ～ CR_6，CR_1' ～ CR_6' をそれぞれ図のように接続し各ダイオードには折線の近似が最適になるようにおのおの重みづけをした抵抗が直列に入っています。

三角波の入力の瞬時値 e が $0 < e < +E_1$ のとき全ダイオードはオフしていますから，入力波形は傾きが変わらず出力にそのまま現われます。
つぎに $+E_1 < e < +E_2$ になると CR_1 がオンして出力の傾きは $R_1/(R_1+R)$ に減少し，さらに CR_3，CR_4………CR_6 が引き続きオンになっていくと，傾きはますますゆるやかになっていきます。負の経過も正の場合と同様に CR_1' より CR_6' まで順次オン状態となっていきます。
したがって出力には折線近似された正弦波が得られます。

4.2　VCG(VOLTAGE CONTROL GENERATOR)の動作

電圧で発振周波数を制御できる機能を持つ発振器をVCGまたはVCOと呼んでいます。ファンクション・ジェネレータのVCGには前述したような積分時定数CRを一定にて入力電圧を可変する方法とコンデンサCに定電流を流し，その電流値を可変する方法とがありますが，本器においては周波数の可変範囲を大きくとる為，電流制御形を採用しています。

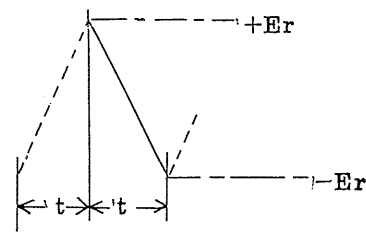
第4－3図は本器のVCG回路のブロック・ダイアグラムを示しています。

第4－3図

ここで積分コンデンサCを充放電する定電流をIとし，電圧比較器の設定を，+Er・−Erにして，+Erから−Erまでの時間tを第4−4図のように定めますと，次の関係式(1)が得られます。

$$2\,Er = \frac{It}{C} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

発振周波数fは図から

$f = \frac{1}{2}t$ となりますので，式(2)で

$$f = \frac{I}{4\,Er\,C} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

表わすことができます。式(2)のコンデンサCおよび電圧比較値を定数にしますと，発振周波数fは定電流の大きさに正比例の関係を保ち，可変することができます。

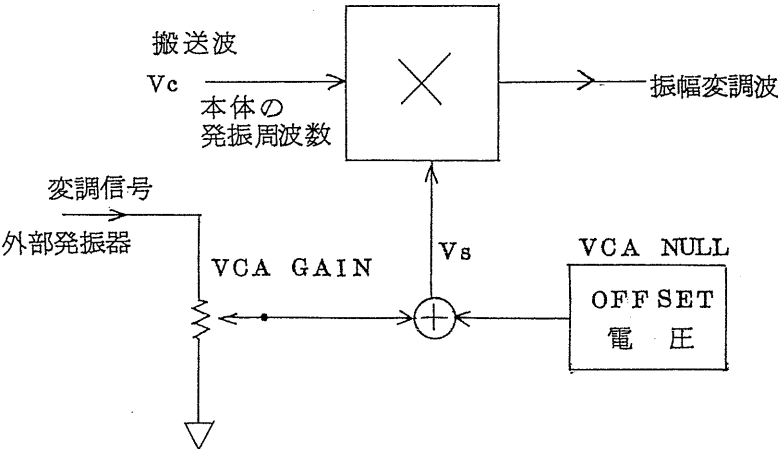
電圧・電流変換器ではこの積分コンデンサCを充放電する電流を電圧より変換し，それに比例する電流を発生させます。
電流の極性はフリップフロップによって制御され発振を持続させます。

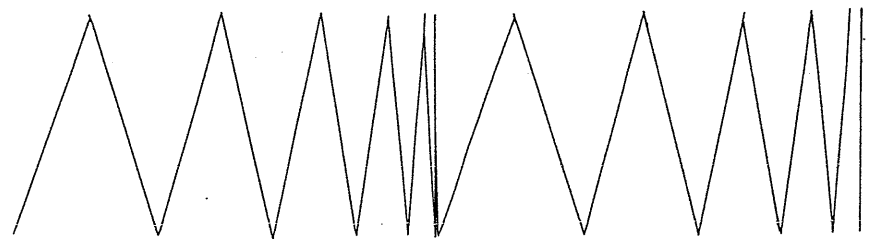
ダイアルによるOFFSETの電圧は約0〜+10Vまでもっておりますので VCG入力が負の場合でも−10V近くまでは動作するように設計されていますが，発振周波数はそのレンジの低い周波数しか得られなくなります。
VCGの入力電圧範囲はOFF SETを用いない場合約0〜10Vで,OFF SETを用いた場合は

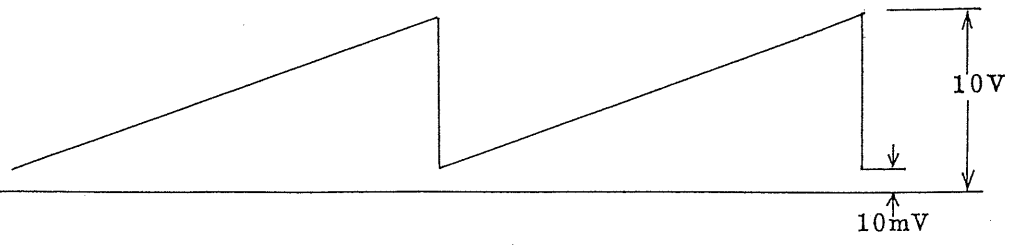
0＜（VCGの入力電圧＋オフセット電圧）＜+10V

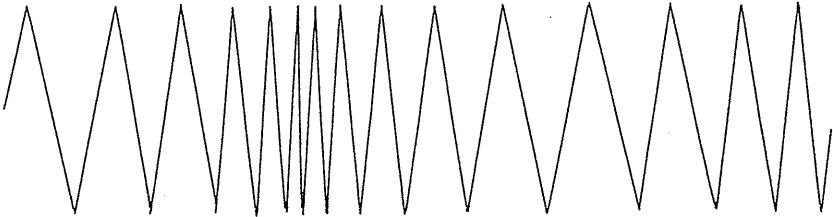
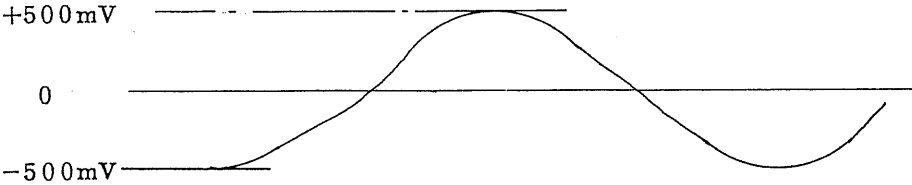
となり，発振周波数の下限は，100Hz 〜 100kHzのレンジを例にとりますと，VCGとOFF SETの和が+10mVのとき100Hzとなり，10Vのとき100kHzとなります。

4.3　VCA(VOLTAGE CONTROL AMPLITUDE)の動作

電圧で振幅の制御をできる機能を持つ操作をVCAといい，この方法を利用しAM信号が得られるわけです。
本回路においては，マルチプライヤー（掛算器）を利用し搬送波と変調信号とを掛算し振幅変調させております。
又変調度は変調信号の振幅が一定とした場合，変調信号にバイアスを加えることによって無変調から過変調までかけるようにしております。
第4－4図に本回路のブロックダイアグラムを示します。

第4－4図

第4－4図においては搬送波を本体の発振信号としておりますが，逆に変調信号とし外部信号を搬送波としても利用できますが，前者より周波数特性が若干悪くなります。

5. 応　　　用

5.1　100Hz ～ 100kHzを繰返し周期10secでリニアスイープする場合

本器の操作は次の通り行ないます。

- o　RANGEを10kHzにします。
- o　次にVCG　INPUT端子に10Vp-pの鋸歯状波を入れます。
- o　鋸歯状波の繰返し周期を10secにします。正負に振幅が変化するものは，OFFSETをかけて調整します。
- o　正の振幅の場合にはダイアル板を左方向にまわしきりOFFSETをOFFにします。

第5－1図

出力波形は三角波の例で他に正弦波，方形波も得ることができます。

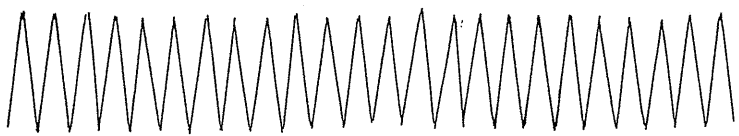
5.2　50 kHz ± 5 kHz の FM変調を行なう場合

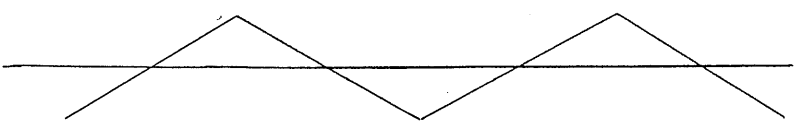
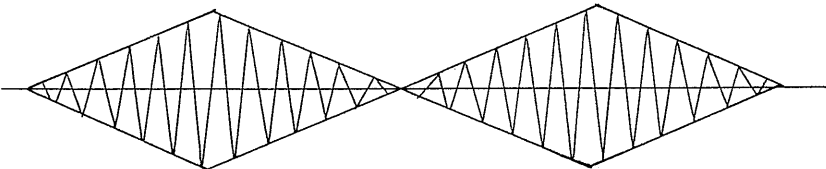
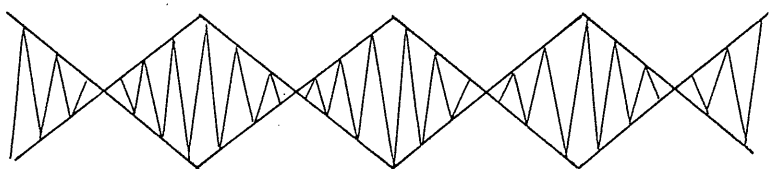
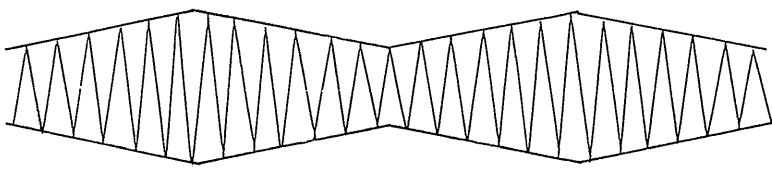
本器の操作は次のようにします。

- RANGE を 10 kHz にします。
- ダイアルを 5 目盛にし，発振周波数を 50 kHz とします。
- VCG端子に変調用信号約 ± 500 mV を入れると，50 kHz ± 5 kHz の FM変調された出力信号が得られます。

  より正確に発生させる場合はカウンタと直流電源を用い校正して使用します。

変調信号

第５－２図

5.3　VCAの応用 (1)

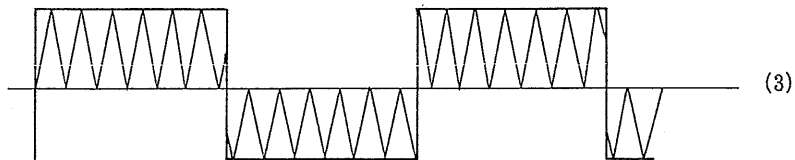
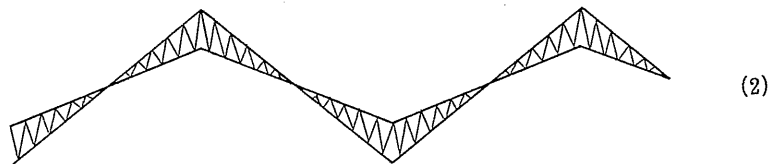
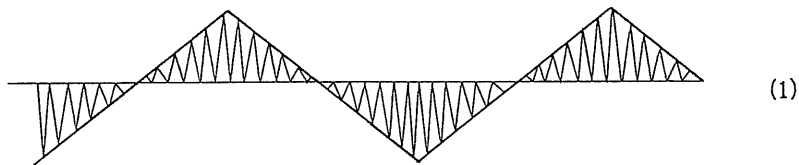
500kHzを1kHzの変調信号でAM変調をかける場合

- 本体の発振周波数を500kHzにします。
- 1kHzの発振信号をVCA端子に接続します。
- VCA GAINとNULLの調整により得たい出力振幅と変調度を設定します。
  VCA GAINを一定にしますと，NULLをとることにより変調度を変えることができ，50％，100％変調過変調と連続的に調整できます。
  100％変調から平衡変調まで可変しますと，出力振幅は約½まで減衰しますが，VCA GAINを調整することにより振幅を増加させることができます。

＊NULLがマイナス側にある時は位相が180°反転します。

5.4　VCAの応用 (2)

本体を変調信号として使用した場合VCA NULLを調整することによって，下図のような波形が得られます。

(1)

(2)

(3)

(1)　は本体の発振を三角波 1 kHz にセットしVCAをNULLの状態にした時，入力端子に三角波約10 kHz の信号を入れた時の出力の信号です。

(2)　は (1)の状態のままVCA NULLを調整して得られます。

(3)　は　〃　三角波を方形波にしVCA NULLをとった時の波形です。

6.　保　　　　守

6.1　内部の点検

背面の4隅にあるネジをはずし足を取除き，両側面，上面板および底面板を後方に静かに引き出すと，内部の点検ができます。

後面板の足をはずした状態で取手を持ち，パネル面を下向きにすると，フレームからはずれることがありますのでご注意下さい。

6.2　配　　置

第6－1図に本器の主な部品の配置を示してあります。

ヒートシンク
POWER SUPPLY
SINE
電源トランス
VCA(MULTIPLIER)
POWER AMP
VCG
MAIN BOARD
積分コンデンサ
RANGE SWITCH
50Ω
−60dB
ATTEN
FUNCTION
SWITCH

第6−1図